

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-232615

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-026188

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.02.1998

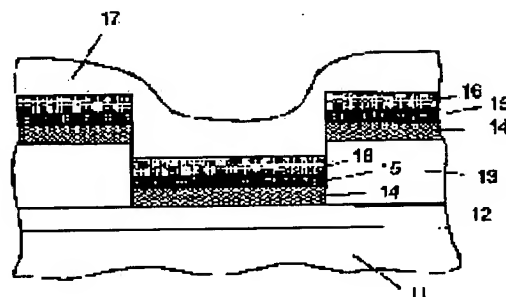
(72)Inventor : NAKATANI RYOICHI

(54) MAGNETORESISTIVE EFFECT ELEMENT, MAGNETORESISTIVE EFFECT TYPE HEAD AND MAGNETIC RECORDING REPRODUCER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetoresistive effect element having high sensibility by using a Co alloy as a magnetic layer having comparatively high coercive force.

SOLUTION: An Ni-Fe alloy layer 14 having low coercive force is formed onto an electrode 11, an oxide insulating layer 15 is formed onto the Ni-Fe alloy layer and a Co alloy layer 16 is shaped onto the oxide insulating layer. According to such laminated structure, the coercive force of the Co alloy layer 16 is increased, and multilayer films, in which the direction of the magnetization of the magnetic layers 14, 16 as two layers is changed between parallel and antiparallel by an external magnetic field, can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.12.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

参考資料

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11 - 232615

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 8 月 27 日

(51) Int. Cl.  
G 1 1 B 5/39

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/39

審査請求 有 請求項の数 8

〇 L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-26188

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 2 月 6 日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 中谷 亮一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

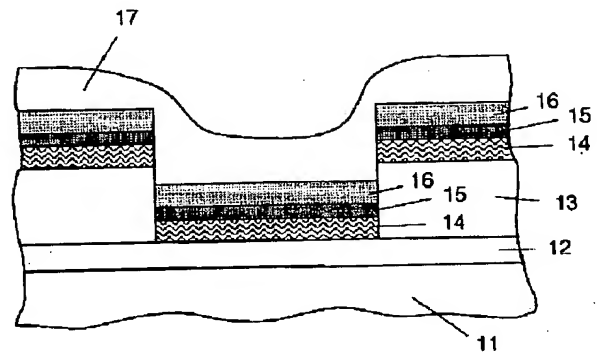
(74) 代理人 弁理士 平木 祐輔

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、磁気抵抗効果型ヘッドおよび磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的保磁力の高い磁性層として C o 系合金を用いて、高い感度を有する磁気抵抗効果素子を作製する。

【解決手段】 電極 1 1 上には保磁力の低い N i - F e 系合金層 1 4 を形成し、N i - F e 系合金層上に酸化物絶縁層 1 5 を形成し、酸化物絶縁層上に C o 系合金層 1 6 を形成する。このような積層構造とすることにより、C o 系合金層 1 6 の保磁力は高くなり、外部磁界により、2 層の磁性層 1 4, 1 6 の磁化の向きが、平行と反平行との間を変化する多層膜を得ることができる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 比較的低い保磁力を有する第 1 の磁性層と、C o 系合金からなる比較的高い保磁力を有する第 2 の磁性層とを備える素子において、前記第 2 の磁性層を絶縁層の上に形成したことを特徴とする素子。

【請求項 2】 請求項 1 記載の素子において、前記第 1 の磁性層を金属層の上に形成したことを特徴とする素子。

【請求項 3】 基板に近い方から第 1 の磁性層、絶縁層、第 2 の磁性層の順に積層された多層膜において、前記第 1 の磁性層は比較的低い保磁力を有する層であり、前記第 2 の磁性層は C o 系合金からなる比較的高い保磁力を有する層であることを特徴とする多層膜。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の多層膜において、前記多層膜は金属層上に形成されていることを特徴とする多層膜。

【請求項 5】 請求項 3 又は 4 に記載の多層膜を用いたことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項 6】 請求項 3 又は 4 に記載の多層膜を用いたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の記載の磁気抵抗効果型ヘッドと誘導型磁気ヘッドとを組み合わせたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 8】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動部と、前記磁気記録媒体に対して記録および再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、

前記磁気ヘッドとして請求項 6 又は 7 に記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高い感度を有する磁気抵抗効果素子、再生用磁気ヘッドおよびその磁気ヘッドを用いた磁気記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気記録の高密度化に伴い、将来の再生用磁気ヘッドとして、Julliere による Physics Letters, 54A 巻 (1975 年)、3 号、225 ページの "Tunneling between Ferromagnetic Films" に記載の磁気トンネリング現象を示す多層膜の磁気抵抗効果型ヘッドへの応用が検討されつつある。このような磁気トンネリング現象を示す多層膜は、磁性層、絶縁層、磁性層のサンドイッチ構造を有する。多層膜が磁気抵抗効果を示すためには、外部磁界により、2 層の磁性層の磁化の向きが、平行と反平行との間を変化することが必要である。1 つの方法として、異なる保磁力を有する 2 層の磁性層を用いることにより、2 層の磁性層の磁化のなす角度が、外部磁界により変化するようにできる。保磁力の比較的低

い磁性層としては、20 at % 程度の Fe を含む Ni 系合金が用いられる場合が多い。また、比較的保磁力の高い磁性層としては、C o 系合金が利用しやすい。また、絶縁層としては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が用いられる場合が多い。一方、上記のような多層膜は、膜面に垂直な方向に電流を流す必要がある。このため、多層膜を電極上に形成する構造が用いられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のように、比較的保磁力の高い磁性層と、比較的保磁力の低い磁性層とを備える多層膜において、比較的保磁力の高い磁性層として C o 系合金を用いる場合、C o 系合金層を電極上に形成すると、C o 系合金層の保磁力が低下するという問題がある。

【0004】 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、比較的保磁力の高い磁性層として C o 系合金を用いる場合にその保磁力を低下させることのない素子あるいは多層膜の構造を提供することを目的とする。また、本発明は、比較的保磁力の高い磁性層として C o 系合金を用いて、高い感度を有する磁気抵抗効果素子および磁気抵抗効果型ヘッドを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、磁気トンネリング現象を示す多層膜について鋭意研究を重ねた結果、金属電極上には比較的保磁力の低い Ni-Fe 系合金層を形成し、比較的保磁力の高い C o 系合金層は酸化物絶縁層上に形成することが好ましいことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】 金属電極上に形成される、第 1 の磁性層、絶縁層、第 2 の磁性層の積層構造を有する多層膜において、電極上に C o 系合金層を形成すると、C o 系合金層の保磁力は低下する。これに対し、酸化物絶縁層上に C o 系合金層を形成すると、高い保磁力を有する C o 系合金層が得られる。従って、電極上には保磁力の比較的低い Ni-Fe 系合金層を形成し、Ni-Fe 系合金層上に酸化物絶縁層を形成し、酸化物絶縁層上に C o 系合金層を形成する。このような積層構造とすることにより、C o 系合金層の保磁力は高くなり、外部磁界により、2 層の磁性層の磁化の向きが、平行と反平行との間を変化する多層膜を得ることができる。

【0007】 すなわち、本発明による素子は、比較的低い保磁力を有する第 1 の磁性層と、C o 系合金からなる比較的高い保磁力を有する第 2 の磁性層とを備える素子において、第 2 の磁性層を絶縁層の上に形成したことを特徴とする。第 1 の磁性層は金属層の上に形成することができる。本発明による多層膜は、基板に近い方から第 1 の磁性層、絶縁層、第 2 の磁性層の順に積層された多層膜において、第 1 の磁性層は比較的低い保磁力を有する層であり、第 2 の磁性層は C o 系合金からなる比較的

高い保磁力を有する層であることを特徴とする。この多層膜は金属層上に形成することができる。

【0008】本発明による多層膜は磁気抵抗効果素子や磁気抵抗効果型ヘッドに用いることができ、その磁気抵抗効果型ヘッドと誘導型磁気ヘッドとを組み合わせる複合型の磁気ヘッドを製造することもできる。本発明による磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動部と、磁気記録媒体に対して記録および再生を行う磁気ヘッドと、磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部と、磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、磁気ヘッドとして前述の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。多層膜を用いた本発明の磁気抵抗効果素子の模式的断面構造を図1に示す。図1において、基板11にはSi(100)単結晶、下部電極12には、厚さ10nmのAuを用いた。Au層の形成にはイオンビームスパッタリング法を用いた。蒸着用イオンガンの加速電圧は300V、イオン電流は40mA、蒸着中のAr圧力は0.02Paである。下部電極12の上に、 $200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ の正方形の穴の開いた絶縁体13をスパッタリングおよびリソグラフィにより形成した。絶縁体13の材料は $\text{SiO}_2$ である。さらに、第1の磁性層14、絶縁層15、第2の磁性層16からなる多層膜を形成した。多層膜の作製法は、Au電極と同様である。絶縁層15の材料としては $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いた。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の厚さは1.5nmである。磁性層材料については、後で述べる。

【0010】図1に示すように、絶縁体13の上にも多層膜は形成される。しかし、これらの部分は下部電極12と接していないため、磁気抵抗効果膜として機能しない。磁気抵抗効果膜として機能するのは、下部電極12に接する部分だけである。また、図1のように、多層膜上に、厚さ20nmのAuからなる上部電極17を形成した。

【0011】本実施の形態では、第1の磁性層14に厚さ5nmのNi-20at%Fe合金層を用いた。第2の磁性層16としては、厚さ8nmのCo-17at%Pt合金層を用いた。また、比較例として、第1の磁性層と第2の磁性層を本発明の場合と逆にし、第1の磁性層14に厚さ8nmのCo-17at%Pt合金層を用い、第2の磁性層16に厚さ5nmのNi-20at%Fe合金層を用いた磁気抵抗効果素子を作製した。

【0012】図2に、比較例の磁気抵抗効果素子における磁界と磁気抵抗変化率との関係を示す。最大の印加磁界は8kA/mである。図のように、磁気抵抗変化率にはピークが観測され、また、ヒステリシスも大きい。これは、8kA/m以下の印加磁界で、多層膜中のCo-

Pt系合金層の磁化が反転していることを表している。すなわち、この比較例の多層膜中のCo-Pt系合金層の保磁力は8kA/m以下である。

【0013】図3に、本発明による磁気抵抗効果素子における磁界と磁気抵抗変化率との関係を示す。最大の印加磁界は8kA/mである。図のように、ヒステリシスは小さく、磁気抵抗変化率にはピークが観測されない。これは、8kA/m以下の印加磁界では、多層膜中のCo-Pt系合金層の磁化は反転しないことを表している。すなわち、この多層膜中のCo-Pt系合金層の保磁力は8kA/m以上である。別途測定した磁化曲線により、この多層膜中のCo-Pt系合金層の保磁力は約64kA/mであることがわかった。

【0014】上述のように、多層膜の積層順により、Co-Pt系合金層の保磁力は大きく変化する。磁気抵抗効果素子の磁界による磁気抵抗変化率の変化においては、ヒステリシスが小さいことが望ましい。このためには、Co-Pt系合金層は、絶縁層上に形成されることが必要である。ここでは、比較的低い保磁力を有する第1の磁性層14としてNi-Fe系合金層を用いたが、Ni-Fe-Co系合金層、Co-Fe系など、他の軟磁性材料を用いることもできる。また、比較的高い保磁力を有する第2の磁性層16としては、Co-Pt系合金層を用いたが、ここで説明したような現象は、Co-Cr-Ta、Co-Cr-Ptなど、他のCo系合金でも観測される。また、絶縁層15としては、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いたが、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ など、他の酸化物絶縁層でも、同様の現象が観測される。

【0015】図1を用いて説明した型の磁気抵抗効果素子を用い、磁気ヘッドを作製した。この場合、絶縁体の穴は、 $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ の正方形である。磁気ヘッドの構造を図4に示す。図4は、記録再生分離型ヘッドの一部分を切断した場合の斜視図である。磁気抵抗効果素子41をシールド層42、43で挟んだ部分が再生ヘッドとして働き、コイル44を挟む下部磁極45、上部磁極46の部分が記録ヘッドとして働く。

【0016】以下に、この磁気ヘッドの作製方法を示す。 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ を主成分とする焼結体をスライダ用の基板47とした。シールド層42、43、記録磁極45、46にはスパッタリング法で形成したNi-Fe合金を用いた。各磁性膜の膜厚は、以下のようにした。上下のシールド層42、43は1.0 $\mu\text{m}$ 、下部磁極45、上部磁極46は3.0 $\mu\text{m}$ 、各層間のギャップ材としてはスパッタリングで形成した $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いた。ギャップ層の膜厚は、シールド層と磁気抵抗効果素子間で0.2 $\mu\text{m}$ 、記録磁極間では0.4 $\mu\text{m}$ とした。さらに再生ヘッドと記録ヘッドの間隔は約4 $\mu\text{m}$ とし、このギャップも $\text{Al}_2\text{O}_3$ で形成した。コイル44には膜厚3 $\mu\text{m}$ のCuを使用した。

【0017】上記磁気ヘッドを用いて磁気記録再生装置

を作製した。この磁気記録再生装置は、図 5 (a) に概略平面図を、図 5 (b) にその AA' 断面図を示すように、磁気記録媒体駆動部 5 2 により回転駆動される磁気記録媒体 5 1、磁気ヘッド駆動部 5 4 により保持されて磁気記録媒体 5 1 に対して記録および再生を行う磁気ヘッド 5 3、磁気ヘッド 5 3 の記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系 5 5 を備える周知の構成の装置である。磁気記録媒体 5 1 には、残留磁束密度 0.75 T の Co-Ni-Pt-Ta 系合金からなる材料を用いた。磁気ヘッド 5 3 のトラック幅は 5  $\mu\text{m}$  とした。

【0018】この磁気ヘッド 5 3 に用いた再生用の磁気抵抗効果素子 4 1 によると、従来の同じ大きさの磁気抵抗効果素子に対して約 1.2 倍高い再生出力が得られた。これは、磁気抵抗効果素子に高い磁気抵抗変化率を示す多層膜を用いたためである。このような多層膜を用いることができたのは、多層膜中の 1 層の磁性層の保磁力が高く、磁界の変化に対する再生出力のヒステリシスが小さいためである。

【0019】

【発明の効果】上述のように、金属電極上に形成される、第 1 の磁性層、絶縁層、第 2 の磁性層の積層構造を有する多層膜において、金属電極上には比較的保磁力の低い磁性層を形成し、この磁性層上に酸化物絶縁層を形成し、酸化物絶縁層上に Co 系合金層を形成する積層構造を採用することにより、Co 系合金層の保磁力は高く

なり、外部磁界により、2 層の磁性層の磁化の向きが、平行と反平行との間を変化する多層膜を得ることができた。このような多層膜を用いることにより、磁気抵抗効果型ヘッドに用いることのできる磁気抵抗効果素子を得ることができた。また、上記磁気抵抗効果型ヘッドを用いることにより高性能磁気記録再生装置を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による多層膜を用いた磁気抵抗効果素子の断面模式図。

【図 2】比較例の磁気抵抗効果素子における磁界と磁気抵抗変化率との関係を示す図。

【図 3】本発明の磁気抵抗効果素子における磁界と磁気抵抗変化率との関係を示す図。

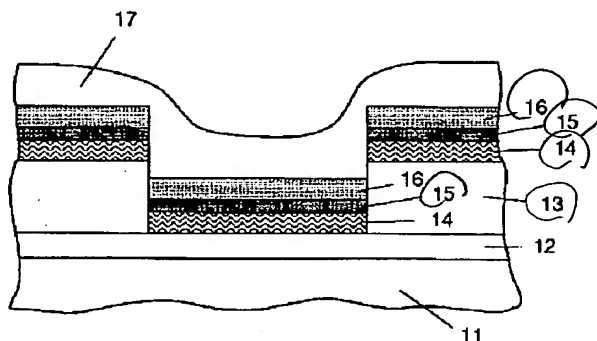
【図 4】本発明の磁気記録再生装置に用いた磁気ヘッドの構造を示す斜視図。

【図 5】磁気記録再生装置の概略図。

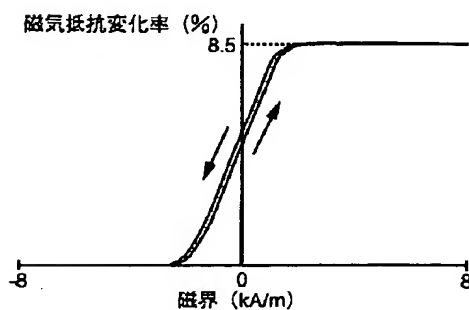
【符号の説明】

11…基板、12…下部電極、13…絶縁体、14…第 1 の磁性層、15…絶縁層、16…第 2 の磁性層、17…上部電極、41…磁気抵抗効果素子、42、43…シールド層、44…コイル、45…下部磁極、46…上部磁極、47…基板、51…磁気記録媒体、52…磁気記録媒体駆動部、53…磁気ヘッド、54…磁気ヘッド駆動部、55…記録再生信号処理系

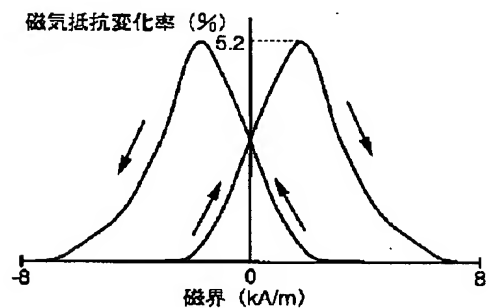
【図 1】



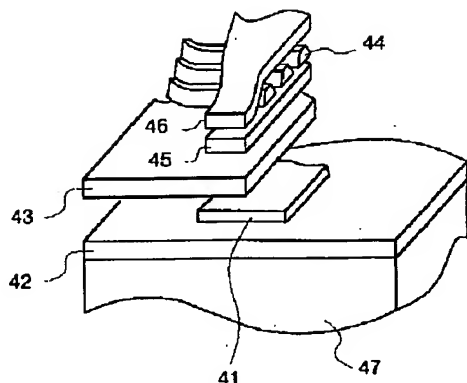
【図 3】



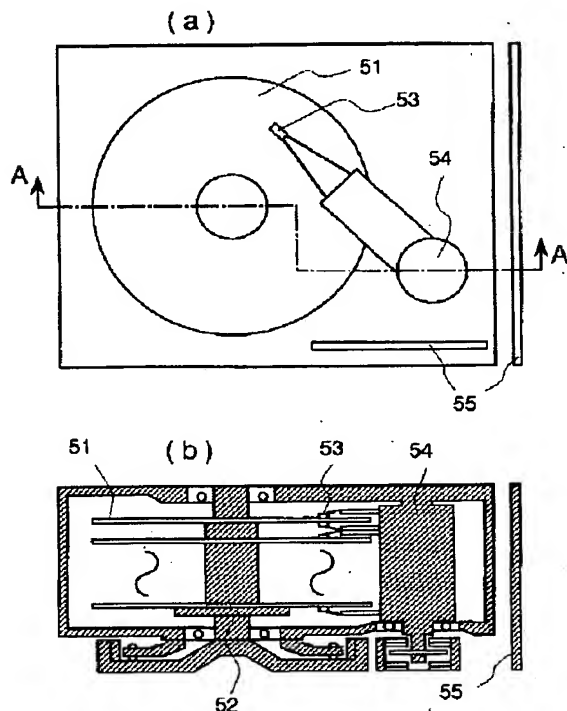
【図 2】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年1月5日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 比較的低い保磁力を有する第1の磁性層と、C<sub>o</sub>系合金からなる比較的高い保磁力を有する第2の磁性層と、金属層と、絶縁層とを備える磁気抵抗効果素子において、前記第1の磁性層を金属層の上に形成し、前記第2の磁性層を絶縁層の上に形成したことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 下部電極の上に、比較的低い保磁力を有する第1の磁性層、絶縁層、C<sub>o</sub>系合金からなる比較的高

い保磁力を有する第2の磁性層、及び上部電極を順に積層したことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の磁気抵抗効果素子を用いたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】 請求項3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドと誘導型磁気ヘッドとを組み合わせたことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項5】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動部と、前記磁気記録媒体に対して記録および再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号および再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記録再生装置において、前記磁気ヘッドとして請求項3又は4に記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記録再生装置。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**